

対面者との相互作用を目的とした表情合成に関する研究

鷹嘴拓也[†] 羽倉 淳[†] 樽松 理樹[†] 藤田 ハミド[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科[†]

1 はじめに

本研究は人間と擬人化システム¹⁾の間の相互作用において感情を介したコミュニケーションを促進するための表情合成に関するものである。

これまでの擬人化システムにおける感情合成は、主に、Ekman と Friesen による FACS (Facial Action Coding System) に基づくものが一般的である²⁾。FACS では、人間の表情を「視覚的に識別できる解剖学的に独立した動作の最小単位」である AU (Action Unit) の動作の組み合わせとして表現し、これらの組み合わせによる感情表現はコンピュータによる表情合成と適合性が高いといえる。

一方で、現行の表情合成方法では、基本 6 感情に対して予め表情の表現方法を一意に定めていることが多い。従って、表出すべき感情が同一の場合、毎回同じ表情が合成されることとなる。しかし、人間同士の対話では対面者との関係や状況に応じた表情を表出するため、同じ感情を表す表情は一意に定まらない。

そこで本研究では、特定人物の人格のモデル化による再現を目的とした擬人化システム¹⁾において、次節に示すような対面者との関係や状況に応じて同一感情を表現する際に様々な表情を表出できる表情合成手法を提案する。

2 表情合成手法

本論文で対象とする擬人化システム¹⁾の表情は、CG によって再現された特定の人物の顔上にリアルタイムで逐次的に合成される。ここでは、表情合成法の概要を示す。

2.1 表情合成の概要

本システムにおける表情合成は、FACS を基に AU やその動作による皮膚の皺を 3 次元の顔モデル上で再現する動作パーツを作成し、その組み合わせにより様々な表情を合成する。本システムでは、システムの発話内容に感情名・感情の強度を決定するモジュールを持つ。このモジュールからの指示により感情を表出する。感情の種類は基本 6 感情である。

2.2. 顔モデルの制御及び AU の合成手法

3 次元顔モデルは x, y, z 空間内で制御される。顔モデルの表面は多数のメッシュで構成されており、各メッシュの頂点を制御点として用いる。これらの制御点を x, y, z 軸方向に移動することにより、顔モデルの形状は変化する。この変化を用いて表情を合成するための AU を作成する。

AU を作成する際は以下の手順で行う：

- ① 図 1 に示されるように、作成する AU に含まれる各制御点の移動ベクトルを設定する。
- ② 各 AU に対して、一般の人間の表情筋の可動範囲の限界を推測し、各制御点の移動ベクトルの最大値とする。
- ③ ①、② で設定に用いた制御点の集合を AU と関連付け登録する。

本手順により設定した AU のベクトルの最大値を変更することで、AU の動作量を変更することができる。

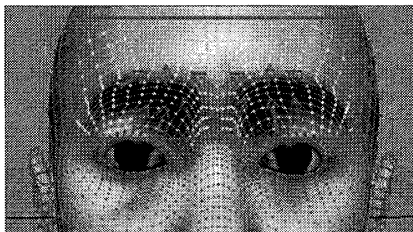


図 1 AU1 (内眉を上げる) の制御点のベクトル

3 対面者との関係及び状況

ここでは「対面者との関係」は、対面者のプロフィールとモデル化される人物の性格によって定まるものとする。さらに「状況」は、相互作用の目的、相互作用時の対面者の反応によって定まるものとする。

3.1. 対面者のプロフィール

Ekman²⁾によれば、人は相手の立場や、文化の違いによりその関係に適した表情を表出する。よってここでは、「対面者のプロフィール」として、対面者の年齢や性別、職業といった人間の一般的な属性に注目する。本稿では年齢({子供(3 歳~10 歳), 大人(11 歳~64 歳), 老人(65 歳~)}, 性別({男, 女})を対面者のプロフィールとして扱う。

3.2. 対面者の反応

人間同士の会話においては、相手の反応により自分自身の内部状態が変化し、相手との接し方が変化する³⁾。そこで、「対面者の反応」として、対面者の表情や仕草から推測されるシステムへの興味の示し方と感情を考える。さらに 4 節で示すように、システムに内部状態を与え、対面者の反応により内部状態を変化させ、それにより表情を変化させるメカニズムを付与する。

3.3. システムの性格

人は、同様の感情を抱いたとしても、その表情への表出方法は、性格によって様々であることが知られている⁴⁾。このことから、システムにモデル化の対象となる人物と同様の性格を反映させることで、対面者との関係を考慮した表情表出が可能となることが期待できる。これをシステムの性格と呼ぶ。モデルとなる人物にエニアグラム⁵⁾による性格分析を行い 9 つの性格タイプへの当てはまりの程度を図 2 で示すように、10 段階の値で表わすことができる。各性格タイプに対して、対面者との関係、状況に応じた表情を各性格タイプの特徴を基に作成することで、性格を反映した変化をシステムに与えることができると考えられる。

3.4 システムの心理状態

人は、同じ感情を表す表情でも、毎回同じ表情を出すとは考えられにくい。これは、対面者の関係や状況により本人の心理状態が変化するためである³⁾。本稿では「対人感情に伴う対人的情緒」(好意、慈愛、優越感、軽蔑、嫌悪感、恐怖心、劣等感、敬意)をシステムの心理状態とする。さらに、システムの性格はシステムの心理状態の変化に影響を与えるようモデル化を行う。

A study on facial expression synthesis for human interaction
[†]Takuya Takanohashi · Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

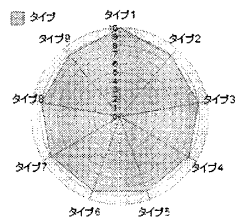


図 2 エニアグラム 9 つのタイプの特徴グラフの例

4 対面者との関係や状況を考慮した表情合成手法

擬人化システムの中には 9 つの心理状態が存在おり、現在滞在している心理状態に対面者から抽出された感情が入力されると心理状態が遷移する。各心理状態が遷移するためにはそれぞれ決まった条件が存在しているため、その条件を満たさないと心理状態は遷移しない。また、入力値により遷移先も異なる。各心理状態の中にはその心理状態の特徴と 6 感情の特徴を関連付けた表情が入っており、システムは現在滞在している心理状態に適した表情出力する。どこの心理状態に遷移するか(以降、遷移モデルと呼ぶ)、心理状態が遷移するための条件(以降、遷移条件と呼ぶ)、各心理状態の表情の表現の仕方は、擬人化システムの性格により変化する。性格は節 2.3 で述べたエンニアグラムを用いている。図 1 の中心を原点とし、性格タイプとそのタイプの特徴の値を 1 つのベクトル(以降、性格ベクトルと呼ぶ)とし、9 つの性格ベクトルを組み合わせたものを擬人化システムの性格と考える。以下に本手法の詳細を述べる。

4.1 性格を考慮したメンタルモデル

[a] 遷移モデルについて述べる。まず、各性格タイプにおける、各心理状態からの遷移先を予め全て設定しておく。入力値は 6 感情なので 1 つの心理状態からの遷移先は 6 通り考えなければならない。そして、設定した遷移モデルにシステムの性格の重みを反映させる。各性格タイプの重みは以下の(1)で定義される。

- ・ x = 性格ベクトルの大きさ
- ・ y = 9 つの性格ベクトルの大きさの和

$$\text{各性格タイプの重み} = \frac{x}{y} \quad (1)$$

- ① 各性格タイプにおいて、現在滞在している心理状態及び入力値が同一であったとき、遷移先が同一となる性格タイプを同グループとする。
- ② (1)より、グループ内の各性格タイプの重みの和を求める。
- ③ 各グループ内の重みの和を比較し、一番値が大きかったグループの心理状態が遷移先となる。

[b] 次に遷移条件について述べる。各心理状態全てをシステム内のオブジェクトとし、入力値に応じて心理状態の遷移が行われる。擬人化システムが読むテキストの 1 文を感情抽出区間とし、1 文読み終えた際に、抽出された感情が入力値となり、現在滞在している心理状態に入力される。この工程を何度か繰り返し、入力値の回数をカウントしていき、設定された回数分連続で入力された際に心理状態が遷移する。カウントしている際、違う入力値が入力された時は、カウント回数がりセットされる。尚、遷移条件の回数の設定方法は、プロフィールの情報を考慮して求めているため、次章にて述べる。

[c] 各心理状態における表情の表現方法について述べる。まず、各心理状態を表情で表わす際に、AU の表現の方法が異なる表情が幾パターンか必要となるため、予め全て作

成しておく。各心理状態の特徴に適した表情を各感情から 1 つずつ選択し組み合わせたものを、心理状態における表情集合とする。そして、各性格タイプにおける各心理状態の表情の動作量を予め設定する。表情の動作量は(0~100)で表わされる。各感情における表情の動作量は(2)で求められる。“z”には“表情の動作量”が入る。

- ・ z = 係数
- ・ i = 性格のタイプ
- ※“z”に入る値は毎回提示する

$$\text{システムの性格の重みを考慮した係数} = \sum_{i=1}^9 \frac{x_i z_i}{y} \quad (2)$$

4.2 プロファイルを考慮したメンタルモデル

遷移条件及び各心理状態における表情の表現方法はプロフィールによっても変化する。本稿で扱うプロフィールは節 2.1 で述べられているように年齢と性別である。プロフィール情報を考慮し、各性格タイプにおける、各心理状態へ遷移する際の遷移条件の回数(以降、プロフィール情報を含む遷移条件回数とする)を予め全て設定しておく。入力値は 6 感情なので、1 つの心理状態からの遷移条件はそれぞれ 6 通り考えなければならない。そして式(2)でプロフィールを考慮した遷移条件が求められる。“z”には“プロフィール情報を含む遷移条件回数 = m”が入る。

各心理状態における表情の表現方法について述べる。まず、各心理状態における表情の動作量を、プロフィールによりどの程度動作量を大きくするか(以降、動作量の割合とする)を各性格タイプ毎に予め設定しておく。尚、動作量が 100 を超えてしまうと、人間が表出不可能な表情になってしまうため最大値を 100 とする。そして、式(2)の“z”を“動作量の割合 = l”とし、システムの性格における動作量の割合を求める。求めた値を前項の[c]で導かれた各感情の動作量に乗算することでプロフィールを考慮した各心理状態における表情の表現方法が求められる。

5 評価実験

本手法を用いて実際賢治システムを利用している対面者の様子の動画と、その際に賢治システムが出力していた表情の動画を同時に提示し、不特定多数の人に見比べてもらい、賢治システムが表情を変化させながら対応している様子を見て、出力した表情がその状況に適切であったかを判定してもらい、効果を検証する予定である。

6 おわりに

本研究では、対面者の反応やプロフィールを考慮し、実在する人物の人格をシステムに再現することで、人間同士の対話のような HCI システムの構築を試みた。今後は評価実験を重ね、対面者のプロフィールや反応を追加すること。また、状態が遷移する条件をさらに細かくすることで、より人間らしい HCI システムの構築が可能ではないかと考えられる。

謝辞

本研究は科研費(20300078)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 中坪祐介: 擬人化システムの利用者に応じた表情合成手法, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部(2008)
- 2) Paul Ekman, Wallace V.Friensen, 工藤力 訳: 表情分析入門, 誠信書房(1987)
- 3) 吉森護: 人間関係の心理学ハンドブック, 北大路書房(1991)
- 4) ヘレン・パーマー, 佐々木和恵 訳: 新エンニアグラム, 株式会社ティビーエス・ブリタニカ(1996)
- 5) 鈴木秀子: 9 つの性格, PHP 文庫(2004)